

# 河道生态治理中的边坡防护技术与施工路径

李吉洋

河南水建集团有限公司 河南 郑州 450000

**摘要:**河道生态治理中,边坡防护是兼顾岸坡稳定与生态修复的核心环节,直接关系防洪安全与水陆生态平衡。本文界定边坡防护核心概念与原则,分析自然、人为双重影响因素,阐述植物型、土工材料复合、生态石质及新型生态混凝土四种防护技术的要点、适配场景与优劣势,优化施工全流程路径,为河道边坡防护工程科学实施提供理论支撑与实践指导,助力实现人与自然和谐共生。

**关键词:**河道生态治理;边坡防护技术;施工路径

引言:随着生态文明建设推进,传统单一防洪型河道治理模式已难以满足生态保护需求,边坡防护作为河道生态治理的关键抓手,其技术选型与施工质量直接影响治理成效。当前,河道边坡易受水流冲刷、地质变化及人为扰动出现水土流失、崩塌等问题,既威胁防洪安全,也破坏生物多样性。基于此,本文聚焦河道生态治理中的边坡防护技术与施工路径,结合多学科知识,探索安全可靠、生态友好的防护方案,破解治理痛点,推动河道生态系统持续健康发展。

## 1 河道生态治理中边坡防护相关理论基础

### 1.1 河道边坡防护核心概念界定

(1)河道生态治理的内涵:以生态学原理为基础,融合水利工程、环境科学、景观设计等多学科知识,打破传统单一防洪的治理模式,兼顾防洪安全、生态系统修复与景观美化的多重目标,核心是维系河道自然生态系统的完整性,实现人与自然和谐共生,让河道既具备行洪排涝功能,又能承载生物多样性,维持水体良性循环。(2)边坡防护的核心内涵:作为河道生态治理的关键组成部分,通过工程措施与生态手段有机结合,既能有效防止边坡水土流失、崩塌、滑坡等地质灾害,维系岸坡结构稳定,又能最大限度减少对周边生态环境的破坏,构建与自然适配的岸坡生态系统,实现岸坡稳定与生态平衡的双重目标。

### 1.2 边坡防护的核心原则与功能

(1)核心原则:遵循因地制宜、生态优先、安全可靠、经济合理、动态维护五大原则。因地制宜即结合河道地形、地质等实际条件选择防护方式;生态优先强调保护原有生态系统,优先采用生态友好型技术;安全可靠是保障岸坡防洪防塌的核心;经济合理控制治理成本,兼顾实用性;动态维护则根据河道环境变化,及时调整防护措施。(2)核心功能:主要包括五大方面,一是防

止水土流失,减少岸坡土壤冲刷,保护河道地貌;二是增强防洪能力,稳固岸坡结构,抵御洪水冲击;三是改善生态环境,为水生、陆生生物提供栖息环境;四是美化自然景观,提升河道周边视觉效果;五是促进水陆生态系统物质能量交换,维系生态系统良性循环<sup>[1]</sup>。

### 1.3 河道边坡防护的影响因素分析

(1)自然因素:主要包括地质条件(岩土类型、岩层稳定性)、水文条件(水位变化、水流速度)、气候因素(降雨、温差)、植被覆盖情况,这些因素直接影响岸坡稳定性,决定防护方式的选择,如降雨量大的区域需强化防冲刷防护。(2)人为因素:涵盖工程施工扰动(施工破坏原有岸坡结构)、人类生产生活活动(排污、过度开发)、治理技术选择合理性,不当的人为活动和技术选择会加剧岸坡损坏,增加防护难度。

### 1.4 边坡防护与生态治理的协同关系

(1)边坡防护是河道生态治理的基础环节,只有保障岸坡结构稳定,才能为水生生物栖息、植被恢复等生态修复工作提供稳定载体,没有稳固的边坡,生态治理工作无法有序开展。(2)生态治理理念指导边坡防护技术升级,推动传统单一工程防护向生态防护转型,通过融合生态理念,让边坡防护既满足安全需求,又能实现生态功能,达成工程安全与生态保护的深度融合,推动河道生态治理整体目标实现。

## 2 河道生态治理中的边坡防护技术类型及应用适配性

### 2.1 植物型边坡防护技术

(1)核心技术:以植物自身生长特性为核心,主要包括植被播种、草皮铺设、乡土灌木种植等方式,搭配少量辅助固定措施。通过植物根系的穿插、缠绕作用实现固土保水,茎叶覆盖坡面削弱雨水和水流冲刷,同时依托植物的光合作用和生长代谢,改善坡面土壤条件,构建自然生态岸坡系统,常用乡土草本如狗牙根、早熟禾,

灌木如紫穗槐、沙棘等。(2)应用适配性:主要适用于水流平缓的中小河流岸坡,尤其适合坡度较缓(一般小于 $30^{\circ}$ )、土壤条件良好、土层厚度充足的区域。该技术对水流冲刷强度要求较低,不适用于洪水频发、水流湍急或土壤贫瘠、岩石裸露的岸坡,多用于河道生态修复的辅助防护或生态缓冲带构建<sup>[2]</sup>。(3)技术优势与不足:核心优势是生态性好,能与周边自然环境完美融合,为昆虫、小型脊椎动物提供栖息环境,同时成本低廉、施工简便,后期养护难度小,可实现长期生态效益。不足在于抗暴雨、洪水冲刷能力依赖植物生长状况,幼苗期防护效果较弱,易出现水土流失,且受气候、土壤条件影响较大,生长周期较长。

## 2.2 土工材料复合防护技术

(1)核心技术:融合土工材料的稳固性与植物的生态性,核心包括土工格栅、土工网垫、土工单元等复合种植基防护技术。通过铺设土工材料固定坡面土壤,在材料孔隙中填充种植土并播种植被,形成“土工材料+植被”的复合防护体系,利用土工材料的抗拉、抗剪能力增强坡面稳定性,同时借助植被进一步巩固防护效果。(2)应用适配性:适用于坡度适中( $30^{\circ}$ – $45^{\circ}$ )、水流较缓的河道岸坡,可适配中等土壤条件,能有效解决纯植物防护抗冲刷不足的问题。不适用于水位线以下长期被水浸泡的区域,也不适用于陡坡地段,因为陡坡处土工材料固定难度大,易出现滑移,且水流冲击时防护效果会大幅下降。(3)技术优势与不足:优势在于固土效果优于纯植物防护,施工便捷、工期短,土工材料耐老化、使用寿命较长,能兼顾生态性与稳定性,适配范围比纯植物防护更广。不足在于部分外露的土工材料长期受日晒雨淋易老化破损,抗洪水冲击能力有限,且材料铺设过程中若操作不当,会影响防护整体性。

## 2.3 生态石质防护技术

(1)核心技术:以天然石材为主要材料,核心包括生态石笼、格宾护坡、雷诺护坡等技术,通过将石材装入专用网格或构件中,铺设于岸坡表面形成多孔防护结构。利用石材的重量和网格的整体性抵御水流冲刷,同时多孔结构可实现透水透气,为水生、陆生生物提供栖息空间,也能促进坡面植被自然生长,实现固坡与生态的双重效果。(2)应用适配性:主要适用于水流湍急、冲刷严重的河道岸坡,如河流弯道、险滩等区域,也可用于水位变动频繁、防洪要求较高的河段。该技术对石材资源有一定要求,需要就近获取符合规格的石材,不适用于平原地区(石材资源匮乏、运输成本高),也不适用于坡度过缓且土壤条件良好的岸坡(性价比偏低)<sup>[3]</sup>。(3)

技术优势与不足:优势在于整体性强、抗冲刷、抗洪水冲击能力突出,使用寿命长,多孔结构利于水体交换和植被生长,生态兼容性较好,能适应复杂水文条件。不足在于平原地区适用性弱,石材运输和施工成本较高,局部破损后若不及时修补,会影响整体防护效果,且施工难度略高于植物型和土工材料复合防护技术。

## 2.4 新型生态混凝土防护技术

(1)核心技术:基于传统混凝土改良而成,核心包括多孔生态混凝土、植被型生态混凝土铺设技术,通过调整配合比,在混凝土中形成大量连通孔隙,兼顾结构强度与生态性。可在孔隙中填充种植土、接种微生物,既能实现岸坡稳固,又能供植物生长、微生物附着,同时允许水体渗透,维系水陆生态连通。(2)应用适配性:适用于城市河道、防洪要求较高的岸坡,可适配多种地质条件,包括岩石坡面、贫瘠土壤坡面等,既能满足城市河道景观美化需求,又能承担较强的防洪防冲刷任务。也可用于水位线上下交替区域,耐浸泡、抗冻融能力强,不适用于预算有限、对生态兼容性要求极高且无高强度防护需求的乡村中小河流<sup>[4]</sup>。(3)技术优势与不足:优势在于抗冲刷、抗冲击能力强,结构强度高,孔隙率高,能为水生生物、微生物提供栖息地,生态性优于传统混凝土防护,且适配多种地质和水文条件,美观性好,适合城市河道治理。不足在于材料研发和施工成本偏高,混凝土降碱处理技术仍需优化,若降碱不彻底,会影响孔隙中植被生长和微生物存活。

## 3 河道生态治理中边坡防护施工路径优化

### 3.1 施工前期准备工作

(1)现场勘察与设计:施工前开展全面的现场勘察,重点排查地质水文条件、边坡坡度、土壤性质及周边生态环境,精准确定边坡坡度、高度等核心参数。结合勘察结果,结合前文所述防护技术的适配性,科学选型防护方案,避免盲目施工,针对现场复杂地段(如软弱地基、水流湍急区域)优化设计细节,确保方案兼具安全性、生态性与可行性,为后续施工奠定基础。(2)材料准备与检验:严格筛选生态材料与工程材料,优先选用环保、耐用、适配现场条件的材料,如乡土植物种子、生态石、土工材料及新型生态混凝土等。材料进场前需进行严格检验,核查规格、质量是否符合施工规范及设计要求,不合格材料严禁进场;同时规范材料存放,做好防潮、防晒、防破损处理,避免材料变质影响施工质量。(3)人员与设备配置:组建专业施工队伍,明确各岗位职责,对特种作业人员进行专项培训,考核合格后方可上岗,确保其熟练掌握施工技术与安全规范。对挖

掘机、喷播机、夯实机等施工机械设备进行全面检修与调试,排查设备故障,做好设备维护记录,确保施工过程中机械设备正常运转,提高施工效率与安全性。

### 3.2 核心施工工序与流程优化

(1) 边坡修整工序:采用机械削坡与人工精修相结合的方式,先通过机械快速修整边坡轮廓,控制坡面坡度符合设计要求,再由人工对坡面进行精修,去除尖锐凸起、填补凹陷,确保坡面平整度。对发现的软弱地基及时处理,采用换填、夯实等措施增强地基承载力,避免后期边坡出现沉降、崩塌。(2) 防护结构施工流程:根据所选防护技术类型,优化施工顺序,确保流程衔接顺畅、施工高效。如生态石笼防护遵循“石笼组装→块石填充→分层夯实→连接固定”的流程,确保石笼牢固、块石填充密实;生态袋防护按照“生态袋填充→压实排气→错缝铺设→固定衔接”的流程施工,搭配植被喷播提升防护效果,杜绝流程混乱导致的施工质量问题。(3) 植被种植与养护流程:优先选用乡土植物,结合施工季节与气候条件,把控播种或种植时机,避开暴雨、高温等不利天气。播种后及时覆盖保湿,种植后做好固定支撑;后期定期开展保湿、施肥工作,针对性进行病虫害防治,采用绿色防控手段,避免化学药剂污染周边环境,确保植被顺利生长<sup>[5]</sup>。

### 3.3 施工过程中的生态保护措施

(1) 施工扰动控制:优化施工方案,减少土方开挖量,避免过度扰动周边土壤与植被,对施工区域周边的原生植被进行围挡保护,严禁随意砍伐、破坏。施工过程中避免占用过多河道空间,减少对水流的影响,降低施工对河道生态系统的扰动。(2) 污染物控制:建立施工废水、废弃物处理体系,施工废水经沉淀、过滤处理达标后再排放,严禁直接排入河道;施工废弃物分类存放、及时清运,可回收废弃物进行资源化利用,不可回收废弃物按规范处置,避免污染河道水体与周边土壤。(3) 生物保护措施:提前排查施工区域内的生物栖息情况,避开鸟类繁殖、水生生物活跃等栖息高峰期施工。施工过程中设置生物保护围挡,避免施工噪音、扰动影响

生物生存,严禁捕捉、伤害水陆生物,保护生物多样性与生态平衡。

### 3.4 施工后期养护与维护路径

(1) 定期巡查与检修:建立常态化巡查机制,定期对边坡防护结构、坡面状况进行排查,及时发现边坡破损、松动、植被枯萎、排水不畅等问题,采取针对性修补措施,避免小问题扩大,确保防护结构完好、边坡稳定。(2) 植被后期养护:根据植被生长状况,及时开展补植补种工作,填补植被空缺,定期对植被进行修剪、灌溉、施肥,优化养护方案,确保植被覆盖度达标,维持植被固土护坡的功能,提升生态修复效果。(3) 长期动态监测:建立完善的监测体系,对边坡稳定性、植被生长状况、水体质量等进行长期动态监测,记录监测数据,分析变化趋势,根据监测结果及时优化维护方案,实现边坡防护的长效管理,保障河道生态治理的长期效果。

### 结束语

河道边坡防护是兼具技术性与生态性的系统工程,需遵循生态优先、因地制宜等原则,实现工程防护与生态修复深度融合。本文梳理的四种防护技术各有适配场景,优化后的施工路径覆盖全流程,可有效解决常见防护问题。未来需结合技术创新与实际工况,完善防护体系、强化管控养护,推动防护工程提质增效,为河道生态治理高质量发展筑牢基础。

### 参考文献

- [1]薛梦楠,秦朝莹,张园媛.浅谈生态护坡在河道治理工程中的应用[J].陕西水利,2023(09):137-139.
- [2]姚璐,朱震东,王璐.水利工程岸坡生态防护新技术的应用与展望[J].水利技术监督,2021(05):227-229.
- [3]孙邵岗,张丽丽.水利工程中的河道生态护坡施工技术探究[J].珠江水运,2022(15):73-74.
- [4]于福臣.水利工程中河道生态护坡施工技术[J].科学技术创新,2023(22):113-114.
- [5]郭立新.生态岸坡防护技术在河道生态综合治理工程中的应用[J].河南水利与南水北调,2022,51(04):11-13.